

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Tetsuaki Kato, et al.

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: October 7, 2003

Examiner: TBA

For: SPOT WELDING SYSTEM AND METHOD OF CONTROLLING PRESSING FORCE OF  
SPOT WELDING GUN

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2002-298423

Filed: October 11, 2002

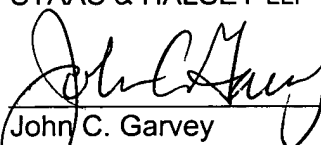
It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 10-7-03

By:

  
John C. Garvey  
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 1 1 日  
Date of Application:

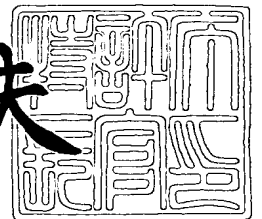
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 9 8 4 2 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 9 8 4 2 3 ]

出      願      人            ファナック株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月   7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 3 5 3 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 21509P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23K 9/12

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 加藤 哲朗

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 大神田 光一

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 有田 創一

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スポット溶接ガン及びスポット溶接ガンの加圧力制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 サーボモータにより溶接チップを駆動し、溶接対象物を加圧しスポット溶接を行うスポット溶接ガンにおいて、  
前記サーボモータ又は前記スポット溶接ガン可動部の温度を検出するのに適した場所に配置された温度センサと、  
該温度センサで検出された温度に基づいて前記溶接チップによる加圧力が所定加圧力となるよう前記サーボモータを制御する手段と、  
を備えることを特徴とするスポット溶接ガン。

【請求項 2】 前記が所定加圧力となるよう前記サーボモータを制御する手段は、予め求めた温度変化に対する加圧力の変化の関係によって、指令加圧力を補正することにより所定加圧力となるよう制御する請求項 1 に記載のスポット溶接ガン。

【請求項 3】 サーボモータにより溶接チップを駆動し、溶接対象物を加圧しスポット溶接を行うスポット溶接ガンの加圧力制御方法において、  
前記サーボモータ又は前記スポット溶接ガン可動部の温度を検出し、  
検出された温度に基づいて前記溶接チップにより所定加圧力が得られるように前記サーボモータを制御することを特徴とするスポット溶接ガンの加圧力制御方法。

【請求項 4】 予め温度変化に対する加圧力の変化の関係を求めておき、該温度変化に対する加圧力の変化の関係に基づいて指令加圧力を補正することによって、所定加圧力が得られるように前記サーボモータを制御する請求項 3 に記載のスポット溶接ガンの加圧力制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、サーボモータで駆動されるスポット溶接ガンに関する。

【0002】

**【従来の技術】**

スポット溶接は、金属板の溶接対象物をスポット溶接ガンの溶接チップで挟み加圧して、両チップ間に電流を流すことによって発生するジュール熱を利用して、金属板を溶着するものである。このスポット溶接ガンの溶接チップを駆動する駆動源にサーボモータを用いた、いわゆるサーボガンが公知である。

**【0003】**

図4は、このような溶接チップをサーボモータで駆動するスポット溶接ガンの概要とその駆動制御系の要部ブロック図の一例である。

スポット溶接ガン1は、溶接チップ2a、2bがそれぞれ取り付けられたアーム3a、3bと、該アーム3a又は3b若しくは両方を駆動するためのボールネジ／ナット機構4とこのボールネジ／ナット機構4を介してアーム3a又は3b若しくは両方を駆動して溶接チップ2a又は2b若しくは両方を開閉し、かつ該溶接チップ2a、2bで溶接対象物の金属板を挟み加圧力を与えるサーボモータ5等で構成されている。又、該サーボモータ5には、該サーボモータ5の回転位置を検出して溶接チップの開閉位置を検出する位置検出器6が設けられている。

**【0004】**

符号10は、このスポット溶接ガン（サーボガン）1を制御する制御装置で、通常、このスポット溶接ガン1が取り付けられるロボットの制御装置で構成される。すなわち、ロボット制御装置内にスポット溶接ガン1のサーボモータ5を制御するサーボCPU12を設けるか、すでにロボットの各軸のサーボモータを制御するために設けられているサーボCPU12によってスポット溶接ガン1のサーボモータ5をも制御するようにしたものである。

**【0005】**

制御装置10のメインCPU11は、ロボットを駆動制御してスポット溶接ガン1を溶接点位置まで移動させた後、スポット溶接ガン1のサーボモータ5に対して、移動指令を出力する。サーボCPU12は該移動指令と位置検出器6からの位置のフィードバック信号に基づいて位置のフィードバック処理を行い、サーボアンプ13に対して電流指令（トルク指令）を出力する。サーボアンプ13は、該指令を受けてサーボモータ5に駆動電流を流しサーボモータを駆動して溶接

チップ 2 a 又は 2 b 若しくは両方を閉じ方向に駆動する。

#### 【0006】

そして溶接チップ 2 a 又は 2 b 若しくは両方が所定位置まで達すると、メイン CPU 11 は、制御切替指令と加圧力指令をサーボ CPU 12 に出力する。この信号を受けてサーボ CPU 12 は、位置のフィードバック制御から加圧力制御に切り替え、指令された加圧力になるよう電流指令（トルク指令）をサーボアンプ 13 に出力してサーボモータ 5 を駆動し、溶接チップ 2 a, 2 b により指令された加圧力で溶接対象の金属板を加圧する。その後、溶接電流を両溶接チップ 2 a, 2 b 間に流しスポット溶接を行い、溶接終了後は溶接チップ 2 a 又は 2 b 若しくは両方を開き、次の溶接点へ移動する。

#### 【0007】

以上のように、スポット溶接ガン 1 の溶接チップ 2 a, 2 b を駆動するサーボモータ 5 は、スポット溶接ガン 1 に設けられ、溶接チップ 2 a, 2 b の近傍に設けられている。このため、溶接チップ 2 a, 2 b に溶接電流を流し、金属板をスポット溶接するときが発生するジュール熱によりスポット溶接ガンは影響を受け、高温となる。これを冷却するため、スポット溶接ガンの溶接チップやアーム先端等を水冷している。さらにサーボモータも水冷する場合もある。

#### 【0008】

モータが高温になるとその出力トルクが低下する。一般に、モータから出力されるトルクは、

$$\text{モータトルク} = \text{トルク定数} \times \text{電流値}$$

の関係にあり、このトルク定数は温度に依存し、モータが高温になるとトルク定数が低下することが知られている（例えば、特許文献 1）。

#### 【0009】

そのため、スポット溶接ガンのサーボモータは、溶接によって発生するジュール熱等の外的要因や、サーボモータ自身の発熱によって加熱され高温となり、その出力トルクが低下することに起因して加圧力が低下することになる。

#### 【0010】

##### 【特許文献 1】

## 特開 2 0 0 2 - 1 6 5 4 7 8 号公報

## 【 0 0 1 1 】

## 【発明が解決しようとする課題】

モータの発熱による温度変化に伴うトルク定数の変化は、温度変化が特別大きいものではないことから、格別問題とならないが、スポット溶接ガン 1 のサーボモータ 5 では、溶接チップによるスポット溶接に伴い発生するジュール熱の影響を受けて高温となる。そのため、トルク定数が低下し、溶接チップ 2 a, 2 b を駆動するサーボモータ 5 から発生するトルクも変化するようになる。

## 【 0 0 1 2 】

さらに、サーボモータ 5 で駆動されるスポット溶接ガン 1 ではサーボ C P U 1 2 からの電流指令に基づいてサーボアンプ 1 3 が駆動電流をサーボモータ 5 に流し、この駆動電流により、図 5 に示すように、モータがトルクを出力し該トルクを、ボールネジ／ナット機構 4 等の回転運動から直線運動に変換する機構により直線運動力に変換し溶接チップ 2 a, 2 b を駆動し、該溶接チップ 2 a, 2 b により溶接対象物の金属板に加圧力を加えるものである。

## 【 0 0 1 3 】

このようなモータの回転運動を直線運動に変換して力を発生させる場合、モータの出力トルクと、発生する力の関係は、理想的には、次の関係にある。

$$\text{力 (N)} = \text{トルク (Nm)} \div (\text{モータの 1 回転当たりの直線移動量} * 2 \pi)$$

しかし、実際には摩擦などの損失があることから、この関係が正確には成り立たない。しかも、摩擦損失は、相対移動する部材の温度にも依存することが知られている。

## 【 0 0 1 4 】

スポット溶接ガン 1 においては、溶接に伴い発生するジュール熱により大きな熱の影響を受け、該スポット溶接ガン 1 の溶接チップ 2 a, 2 b を駆動するサーボモータ 5 のトルク定数が変動し（温度上昇によってモータのトルク定数は低下）、さらに、スポット溶接ガン 1 のボールネジ／ナット等の回転運動を直線運動に変換する機構やその他の可動部分の摩擦損失もこの熱の影響を受ける（温度上昇によって摩擦損失は減少）。これらトルク定数の変動、摩擦損失の変動が重畳



し、所定の指令加圧力を指令しても、溶接チップ 2 a, 2 b による溶接対象物への加圧力は変動し、均一な加圧力によるスポット溶接ができないという問題がある。

#### 【0 0 1 5】

そこで、本発明の目的は、熱の影響による加圧力の変動を抑制し、より均一な加圧力を得ることができるサーボモータで駆動されるスポット溶接ガン及び該スポット溶接ガンの加圧力制御方法を提供することにある。

#### 【0 0 1 6】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、サーボモータにより溶接チップを駆動して溶接対象物を加圧しスポット溶接を行うスポット溶接ガンにおいて、サーボモータ又はスポット溶接ガン可動部の温度を検出するのに適した場所に温度センサを配置し、該センサで検出された温度に基づいて前記溶接チップによる加圧力が所定加圧力となるようサーボモータを制御する手段とを設けて、温度変化に伴う加圧力の変化を補正して均一な加圧力を得るようにした。温度変化に伴う加圧力の制御は、予め求めた温度変化に対する加圧力の変化の関係によって、指令加圧力を補正することにより所定加圧力となるよう制御するようにした。

#### 【0 0 1 7】

##### 【発明の実施の形態】

上述したように、溶接チップがサーボモータで駆動されるスポット溶接ガンにおいては、熱の影響によってモータのトルク定数が変動し、かつ機構部の摩擦損失も変動することから、これらが複合して、溶接チップにより溶接対象物に加えられる加圧力は、サーボモータに流す駆動電流が同一でも（指令加圧力が同一でも）、そのときのスポット溶接ガン、サーボモータの温度によって変動する。そこで、スポット溶接ガンのサーボモータに所定一定電流を流し、かつ、溶接チップに溶接電流を流してスポット溶接を繰り返し行い、溶接ガンのサーボモータの温度と加圧力を測定したところ、図 3 に示すような実験結果を得た。

#### 【0 0 1 8】

この図 3 に示すように、温度が上昇するにつれて加圧力も上昇している。これ

は、温度上昇に伴うトルク定数の低下の影響より摩擦力の低下による摩擦損失が減少し加圧力が増加しているものと判断される。

#### 【0019】

そこで、この実験結果から、温度変化と加圧力の変化の関係を1次で近似するものとして、本実施形態では温度変化量から加圧力変化量に変換する係数Aを求めた。すなわち、単位温度変化に対する加圧量変化量Aを求めた。

#### 【0020】

図1は、本発明の一実施形態のスポット溶接ガンの概要とその駆動制御系の要部ブロック図である。

図4に示す従来例と相違する点は、温度センサ7を設けた点及び後述する加圧力の温度補正処理を行うようにした点にある。なお、図4に示す従来例と同一要素には同一符号を付している。温度センサ7の配設位置は、スポット溶接ガン1のサーボモータ5内、又は、ボールネジ／ナット機構4部分などのスポット溶接ガン1の可動部分等に設ける。なおこの実施形態ではサーボモータ5内に設けている。他の部分は図4に示した従来例と同様である。また、制御装置10をロボットの制御装置とは別の制御装置とする構成も考えられるが、本実施形態と実質的構成とは差がないので、説明は省略する。

#### 【0021】

まず、実験によって求めた温度変化量から加圧力変化量に変換する係数Aを予めサーボCPU12にパラメータとして設定しておくと共に、溶接条件を設定する際の加圧力を設定した時に温度センサで検出される温度を初期温度T0としてパラメータとして設定しておく。

#### 【0022】

メインCPU11は、教示プログラム等で指令された教示点（スポット溶接点）にロボットを駆動し、スポット溶接ガン1の溶接チップ2a, 2bで溶接対象物の教示点を挟持できる位置に移動させた後、サーボCPU12に移動指令及びその後制御切替信号、加圧力指令を出力する。

#### 【0023】

サーボCPU12は、メインCPU11からスポット溶接ガン1の駆動指令で

ある溶接チップ 2 a, 2 b の移動指令、制御切替信号、加圧力指令が入力されることによって、温度補正処理をともなった図 2 にフローチャートで示す処理を所定周期毎行う。

#### 【0024】

サーボ CPU 12 は、メイン CPU 11 から指令される移動指令  $r$  を読み込み、かつ、位置検出器 6 からフィードバックされてくる位置フィードバック量  $y$  を読む（ステップ S1）。さらに、該サーボ CPU 12 に組み込まれている周知の外乱推定オブザーバによって外乱トルク  $d$  を推定する（ステップ S2）。この外乱トルク  $d$  は、加圧中は加圧力を示すものとなる。次に、温度センサ 7 から送られてくる温度  $T$  を読み、次の 1 式の演算を行う。すなわち、パラメータ設定されている係数  $A$  に、検出した温度  $T$  と初期温度  $T_0$  との差を乗じて、加圧力補正量  $\alpha$  を求める。

#### 【0025】

$$\alpha = A \times (T - T_0) \quad \cdots (1)$$

次に、制御切替信号が入力されているか判断し、入力されていなければ、ステップ S1 で読みとった移動指令  $r$  から位置のフィードバック量  $y$  を減じた値に比例定数  $K_1$  を乗じて位置制御用のトルク指令（電流指令） $\tau$  を求める。

$$\tau = K_1 \times (r - y) \quad \cdots (2)$$

このトルク指令（電流指令） $\tau$  をサーボアンプ 13 に出力し（ステップ S7）、当該処理周期の処理を終了する。

#### 【0026】

以下、制御切替信号が入力されるまで、ステップ S1 からステップ S7 までの処理を所定周期毎実行する。そして、制御切替信号及び加圧力指令  $p$  が入力されると、ステップ S5 からステップ S8 に移行し、入力された加圧指令  $p$  を読み込み、該加圧指令  $p$  からステップ S4 で求めた加圧力補正量  $\alpha$  を減じて補正された加圧指令  $p'$  を求める（ステップ S9）。

#### 【0027】

$$p' = p - \alpha \quad \cdots (3)$$

求めた補正加圧指令  $p'$  からステップ S2 で求めた推定トルク（推定加圧力）

dを減じた値に加圧力フィードバック制御の比例係数 $K_2$ を乗じてトルク指令（電流指令） $\tau$ を求める（ステップS10）。この求めたトルク指令（電流指令） $\tau$ をサーボアンプ13に出力し（ステップS7）、当該処理周期の処理を終了する。

#### 【0028】

以下、所定周期毎ステップS1～S5、ステップS8～S10、ステップS7の処理を繰り返し実行し、設定加圧力が得られるように、指令加圧力を温度補正し、オブザーバで求められた推定加圧力が補正された指令加圧力に一致するようにトルク指令（電流指令） $\tau$ を求めサーボモータ5を駆動する。

指令加圧力 $p$ を検出温度によって補正し、この補正された補正加圧指令 $p'$ によりトルク指令（電流指令） $\tau$ を求めることから、トルク指令（電流指令） $\tau$ は温度によって補正されたことになり、所定の加圧力を溶接チップ2a, 2bは発生することになる。

#### 【0029】

そして、図示していないが、従来と同様に、溶接チップ2a, 2b間に設定溶接電流を流し、設定時間が経過する溶接チップ2a, 2bを開き次の溶接点に移動する。

なお、加圧力補正量 $\alpha$ は、制御切替信号を得て加圧力制御に切り替わって必要になるものであるから、ステップS2からステップS4までの処理は、ステップS8の前又は後に移動させてもよい。この場合、ステップS1からステップS5に移行することになる。

#### 【0030】

上述した実施形態では、温度変化と加圧力の変化の関係を1次で近似したが、2次又は他の関数で近似してもよい。さらには、温度変化量（ $T-T_0$ ）の帯域毎に前述した係数 $A$ を求め設定してもよい。さらには、温度変化量に対して加圧力の変化量（加圧力補正量 $\alpha$ ）をテーブル等に記憶して、該テーブルから加圧力補正量 $\alpha$ を求めてもよい。

#### 【0031】

#### 【発明の効果】

本発明は、スポット溶接ガンの温度変化に伴う、サーボモータのトルク定数の変化や摩擦力の変動に伴う加圧力の変動を抑制し、安定した加圧力を保持することができ、スポット溶接の溶接品質を向上させることができる。

特にスポット溶接ガンに用いるサーボモータを非水冷のものを使用したとき、本発明は特にその効果を顕著に達成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の一実施形態の要部ブロック図である。

##### 【図 2】

同実施形態における動作処理フローチャートである。

##### 【図 3】

温度と加圧力の関係を求めるための実験結果を示す図である。

##### 【図 4】

従来のスポット溶接ガンのサーボモータを駆動する制御系のブロック図である。

。

##### 【図 5】

モータに入力される駆動電流により回転運動を直線運動に変換する伝動機構を介して発生する力（加圧力）の説明図である。

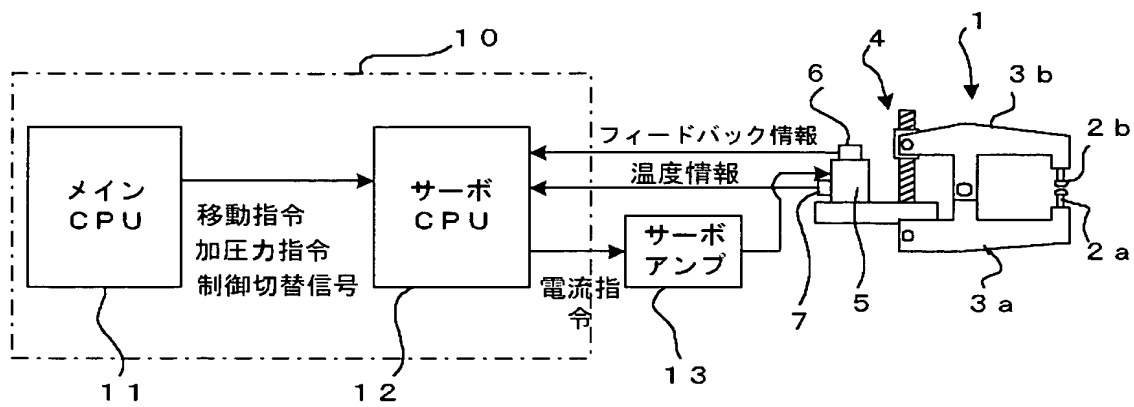
#### 【符号の説明】

- 1 スポット溶接ガン
- 2 a, 2 b 溶接チップ
- 3 a, 3 b アーム
- 4 ボールネジ／ナット機構
- 5 サーボモータ
- 6 位置検出器
- 7 温度センサ
- 1 0 制御装置
- 1 1 メイン C P U
- 1 2 サーボ C P U

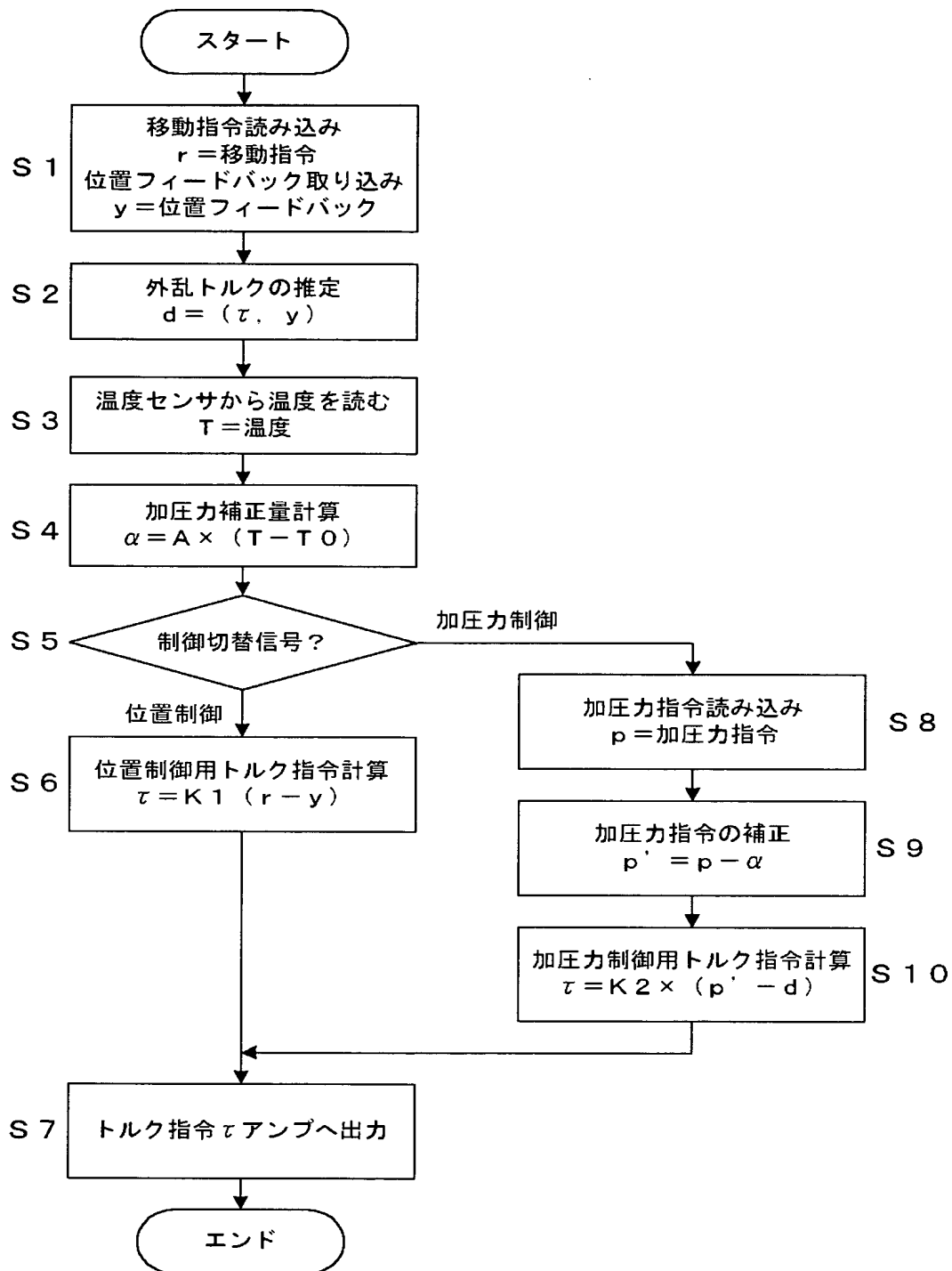
1 3 サーボアンプ

【書類名】 図面

【図 1】

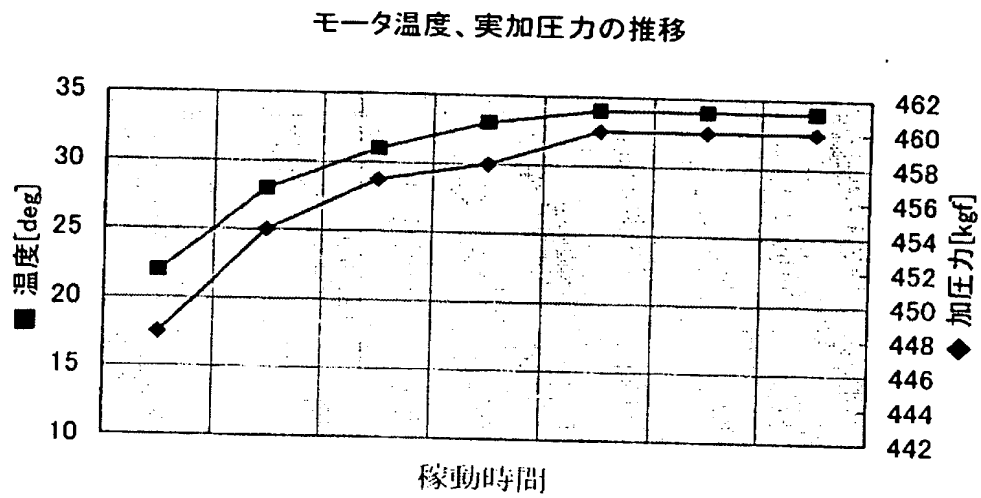


【図 2】

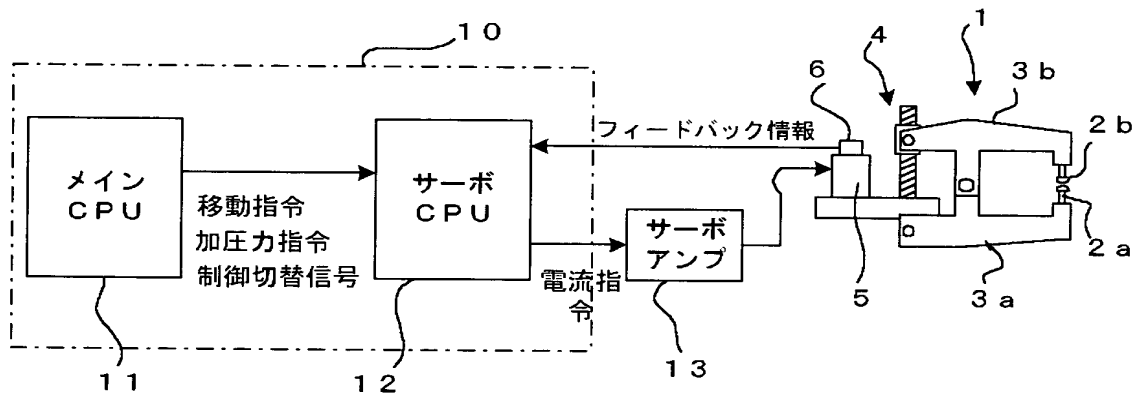




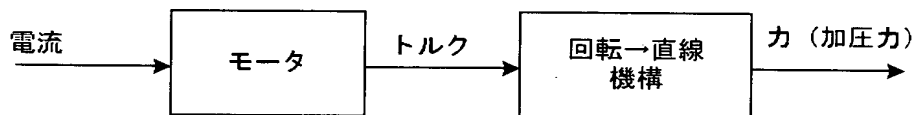
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サーボモータで駆動されるスポット溶接ガンにおいて、熱の影響による加圧力の変動を抑制し、より均一な加圧力を得る。

【解決手段】 位置制御中は、移動指令  $r$ 、位置フィードバック量  $y$  に基づいて位置制御を行いトルク指令（電流指令） $\tau$  を求め、サーボモータを駆動して溶接チップを移動させる (S1, S6)。温度センサで検出した温度  $T$  と初期温度  $T_0$  との差に係数  $A$  を掛けて加圧力補正量  $\alpha$  を求めておく (S3, S4)。加圧力制御に移行すると指令加圧力  $p$  から加圧力補正量  $\alpha$  を減じて、温度補正された指令加圧力  $p'$  を求める (S8, S9)。この指令加圧力  $p'$  からオブザーバで推定された推定加圧力  $d$  を減じた値に定数  $K_2$  を乗じてトルク指令（電流指令） $\tau$  を求め、サーボモータを駆動して溶接チップにより溶接対象物を加圧する (S2, S10, S7)。指令加圧力が温度補正されているから、温度変化の影響を受けず、安定した均一な加圧力を得る。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 9 8 4 2 3
受付番号	5 0 2 0 1 5 3 5 0 8 5
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 1 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年10月11日
-------	-------------

次頁無



特願 2 0 0 2 - 2 9 8 4 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 0 8 2 3 5 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名

ファナック株式会社